

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-334811

(43)Date of publication of application : 18.12.1998

(51)Int.Cl.

H01J 11/02  
H01J 9/02

(21)Application number : 09-141954

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO  
LTD

(22)Date of filing : 30.05.1997

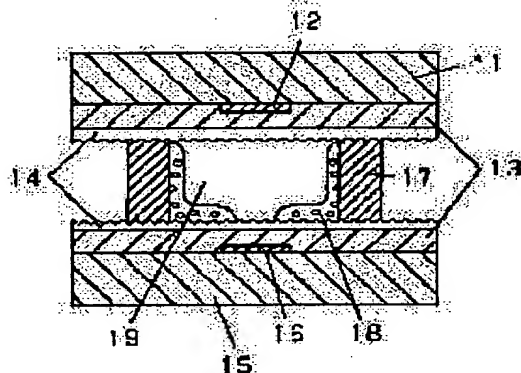
(72)Inventor : AOKI MASAKI  
MURAI RYUICHI  
TANAKA HIROYOSHI

## (54) PLASMA DISPLAY PANEL AND ITS MANUFACTURE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance efficiency and brightness of a panel by improving the conversion efficiency of discharge energy to ultraviolet ray in a PDP (plasma display panel).

SOLUTION: Luminous efficiency of ultraviolet ray and conversion efficiency in a phosphor are increased, and efficiency and brightness of a panel are increased by setting a content of Xe in a discharge gas at not less than 5 volume % and less than 70 volume %, and a discharge gas pressure at 500-2000 Torr, and by making a discharge shape a lineate glow or the second shape glow. In addition, after forming a dense MgO protection layer 14 orientated towards (100) or (110) surface on a surface of an dielectric glass layer 13 by a CVD method, pyramid-type recessed and projecting parts are formed on the surface by applying plasma etching to the protection layer 14, so that the secondary electrons can be discharged more easily. Furthermore high density lineate glow and the second shape glow discharge occur to further increase the luminous efficiency of ultraviolet ray and increase the efficiency and brightness of the panel.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.12.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-334811

(43) 公開日 平成10年(1998)12月18日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 J 11/02

識別記号

9/02

F I

H 0 1 J 11/02

9/02

B

A

F

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平9-141954

(22) 出願日

平成9年(1997)5月30日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 青木 正樹

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 村井 隆一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 田中 博由

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

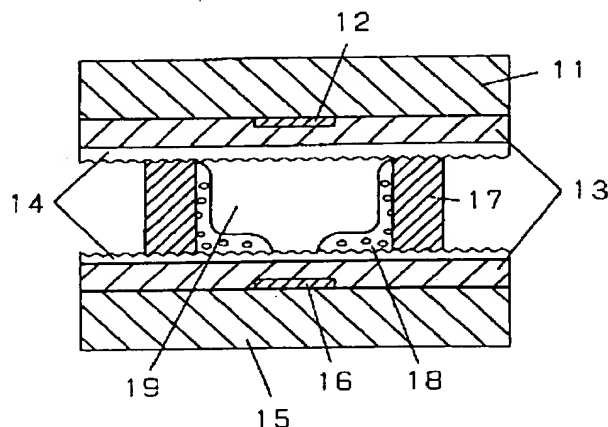
(54) 【発明の名称】 プラズマディスプレイパネルおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 PDPにおいて、放電エネルギーの紫外線への変換効率を向上させることによってパネルの効率と輝度を向上させること。

【解決手段】 放電ガス中のXeの含有量を5体積%以上、70体積%未満とし、放電ガス圧を500~2000 Torrに設定し、放電形態を線条グロー又は第2形グローにすることで紫外線の発光効率と蛍光体での変換効率が向上し、パネルの効率、輝度が向上する。又、CVD法によって誘電体ガラス層の表面に(100)面又は(110)面配向した緻密なMgO保護層14形成後、この保護層をプラズマエッチングすることにより表面にピラミッド状の凹凸を形成し、より2次電子が放出され易くすることでさらに、高密度な線条グロー、第二形グロー放電が発生し、紫外線の発光効率が向上し、パネルの効率、輝度が向上する。

- 12 放電電極
- 13 誘電体ガラス層
- 14 保護層(ピラミッド状の微細な凹凸)
- 19 放電空間(500~2000 Torr)



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一對の平行に配されたプレートの中に、電極、誘電体層、隔壁及び蛍光体層が配設されガス媒体が封入された放電空間が形成され、電源による放電に伴って紫外線を発し前記蛍光体層で可視光に変換することによって発光するプラズマディスプレイパネルであって、前記放電時における放電状態が、線条グロー放電あるいは、第二形グロー放電であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項 2】 一對の平行に配されたプレートの中に、電極、誘電体層、隔壁及び蛍光体層が配設されガス媒体が封入された放電空間が形成され、電源による放電に伴って紫外線を発し前記蛍光体層で可視光に変換することによって発光するプラズマディスプレイパネルであって、前記ガス媒体は、複数の希ガス元素の混合体であって、キセノンを 5 体積%以上、70 体積%未満含有するものであり、その封入圧力は、500～2000 Torr であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項 3】 前記ガス媒体は、ネオン-キセノン (Ne-Xe) 系、アルゴン-キセノン (Ar-Xe) 系、クリプトン-キセノン (Kr-Xe) 系、アルゴン-ネオン-キセノン (Ar-Ne-Xe) 系、クリプトン-ネオン-キセノン (Kr-Ne-Xe) 系から選択されたものであることを特徴とする請求項 2 記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 4】 一對の平行に配されたプレートの中に、電極、誘電体層、隔壁及び蛍光体層が配設されガス媒体が封入された放電空間が形成され、電源による放電に伴って紫外線を発し前記蛍光体層で可視光に変換することによって発光するプラズマディスプレイパネルであって、前記誘電体層は、熱 CVD 法あるいは、プラズマ CVD 法で作成され、(100) 面あるいは、(110) 面配向し、かつその表面がピラミッド状の凹凸を有する酸化マグネシウム保護層で被覆されていることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項 5】 第 1 の放電電極及び誘電体ガラス層が配設されたフロントカバープレートの誘電体ガラス層の上に、CVD 法によって (100) 面または、(110) 面に配向した酸化マグネシウム層を形成する第 1 ステップと、前記酸化マグネシウム層上にプラズマエッチング法によって、ピラミッド状の凹凸を設ける第 2 ステップと、前記ピラミッド状の凹凸を有する保護層が形成されたフロントカバープレートと、第 2 の放電電極および蛍光体層が配設されたバックプレートとを、対向して配すると共に、前記フロントカバープレート及びバックプレートの中に形成される放電空間にガス媒体を封入する第 3 ステップを備えることを特徴とするプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 6】 一對の平行に配されたプレートの中に、少

なくとも隔壁及び蛍光体層が配設されガス媒体が封入された放電空間が複数形成され、電源による放電に伴って紫外線を発し前記蛍光体層で可視光に変換することによって発光するプラズマディスプレイパネルを用いて画像表示を行う表示装置であって、前記放電時における放電状態が、線条グロー放電または第二形グロー放電であることを特徴とする表示装置。

【請求項 7】 一對の平行に配されたプレートの中に、少なくとも隔壁及び蛍光体層が配設されガス媒体が封入された放電空間が複数形成され、電源による放電に伴って紫外線を発し前記蛍光体層で可視光に変換することによって発光するプラズマディスプレイパネルを用いて画像表示を行う表示装置であって、前記ガス媒体は、複数の希ガス元素の混合体であって、キセノンを 5 体積%以上、70 体積%未満含有し、その封入圧力は、500～2000 Torr であることを特徴とする表示装置。

【請求項 8】 一對の平行に配されたプレートの中に、少なくとも隔壁及び蛍光体層が配設されガス媒体が封入された放電空間が複数形成され、電源による放電に伴って紫外線を発し前記蛍光体層で可視光に変換することによって発光するプラズマディスプレイパネルを駆動することで画像表示を可能とする表示装置であって、前記誘電体層は、(100) 面または (110) 面配向し、かつその表面がピラミッド状の凹凸を有する酸化マグネシウム保護層で被覆されていることを特徴とする表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、表示デバイスなどに用いるプラズマディスプレイパネル及びその製造方法に関するものであって、特に、高品位、高精細用のプラズマディスプレイパネルに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、ハイビジョンをはじめとする高品位で大画面のテレビに対する期待が高まっている中で、CRT、液晶ディスプレイ (以下、LCD と記載する)、プラズマディスプレイパネル (Plasma Display Panel, 以下 PDP と記載する) といった各ディスプレイの分野において、これに適したディスプレイの開発が進められている。

【0003】 従来からテレビのディスプレイとして広く用いられている CRT は、解像度・画質の点で優れているが、画面の大きさに伴って奥行き及び重量が大きくなる点で 40 インチ以上の大画面には不向きである。また、LCD は、消費電力が少なく、駆動電圧も低いという優れた性能を有しているが、大画面を作製するのに技術上の困難性があり、視野角にも限界がある。

【0004】 これに対して、PDP は、小さい奥行きでも大画面を実現することが可能であって、既に 40 インチクラスの製品も開発されている。

【0005】 PDP は、大別して直流型 (DC 型) と交

流型（AC型）とに分けられるが、現在では大型化に適したAC型が主流となっている。

【0006】図7は、従来の一般的な交流面放電型PDPの概略断面図である。図7において、フロントカバープレート71上に表示電極2が配設され、その上を鉛ガラス〔 $PbO-B_2O_3-SiO_2$ ガラス〕からなる誘電体ガラス層73で覆われている。

【0007】また、バックプレート75上には、アドレス電極76と隔壁77と、赤または緑または青の紫外線励起蛍光体からなる蛍光体層78とが配設され、誘電体ガラス層73、バックプレート75、隔壁77に囲まれた放電空間79内には放電ガスが封入されており、電極間に電界を印加し、グロー放電を発生させ、このグロー放電中に存在するXeガスから発生する紫外線によって蛍光体を励起発光させる。

【0008】封入する放電ガスとしては、一般的にヘリウム〔He〕とキセノン〔Xe〕の混合ガス系やネオン〔Ne〕とキセノン〔Xe〕との混合ガス系が用いられ、通常Xeの量は、回路の駆動電圧があまり高くないように、0.1～5体積%程度の範囲に設定されている。

【0009】また、放電ガスの封入圧力は、放電電圧を安定化させることを考慮して、通常、100～500 Torr程度の範囲に設定されている（例えば、文献1「エスアイディ'94 ダイジェスト 1994」（M. Nobrio, T. Yoshioka, Y. Sano, K. Nunomura, SID94' Digest 727～730 1994参照））。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】このようなPDPにおいて、以下に述べるように、パネルの効率、輝度に対する課題がある。

【0011】40～42インチクラスのテレビ用PDPにおいて、NTSC方式の画素レベル（画素数640×480個、セルピッチ0.43mm×1.29mm、1セルの面積0.55mm<sup>2</sup>）の場合、現在1.2lm/wおよび400cd/m<sup>2</sup>程度のパネル効率と画面輝度が得られている（例えば、文献2「フラットパネルディスプレイ1997パート5-1」（FLAT-PANEL DISPLAY 1997 Part 5-1 P198））。

【0012】これに対して、近年期待されているフルスペックの42インチクラスのハイビジョンテレビでは、画素数が1920×1125で、セルピッチは0.15mm×0.48mmとなる。この場合、1セルの面積は0.072mm<sup>2</sup>であって、NTSC方式の場合と比べて1/7～1/8となるため、42インチのハイビジョンテレビ用のPDPを、従来通りのセル構成で作成した場合、パネルの効率は、0.15～0.17lm/wで輝度が50～60cd/m<sup>2</sup>程度に低下することが予想さ

れる。

【0013】従って、42インチのハイビジョンテレビ用のPDPにおいて、現行のNTSC方式のCRT並の明るさ（500cd/m<sup>2</sup>）を得ようとすれば効率を少なくとも10倍以上（5lm/w以上）に向上させることが必要となる（例えば、文献2「フラットパネルディスプレイ1997パート5-1」（FLAT-PANEL DISPLAY 1997 Part 5-1 P200））。

【0014】このような背景のもとで、PDPの効率を向上させる技術が望まれている。PDPの発光原理は基本的に蛍光灯と同様であって、グロー放電に伴って放電ガスから紫外線が放出され、この紫外線によって赤、緑、青の蛍光体が励起発光されるが、放電エネルギーの紫外線への変換する効率や、蛍光体における可視光への変換効率が従来のPDPに用いられているグロー放電では低いので、蛍光灯のように高い輝度を得ることは難しい。

【0015】この点に関して、応用物理Vol. 51, No. 3 1982年 ページ344～347には、He-Xe, Ne-Xe系のガス組成のPDPにおいて、電気エネルギーの約2%しか紫外線放射に利用されておらず、最終的に可視光に利用されるのは0.2%程度ということが記載されている（光学技術コンタクトVol. 34, No. 1 1996年 ページ25, FLAT PANEL DISPLAY 96' Part 5-3, NHK 技術研究第31巻第1号 昭和54年 ページ18参照）。

【0016】従って、PDPのセルの輝度を向上させるためには、従来のグロー放電に変る新しい放電方式によって発光効率を向上させることが重要と考えられる。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の目的を達成するために、本発明は、放電ガス中のXeの含有量を従来よりも大きい5体積%以上の範囲に設定する。又、混合ガスとして、Ne-Xe系以外に、Ar, Kr等の自己拡散係数の小さい放電ガスを含む混合ガスを従来よりも高い500Torr～2000Torrの範囲に設定した。

【0018】又、より高い効率を得るためにMgOの表面にピラミッド状の微細な凹凸を付ける構成とした。この構成によって、パネルの効率が向上できるのは、放電空間中に従来のPDPで用いられてきたグロー放電（第1形グロー放電）ではなく、第1形グロー放電から第2形グロー放電への移行する過程で発生する線条グロー放電及び第2形グロー放電を利用することにより、高い紫外線の発光が得られ、したがって蛍光体の可視光への変換効率が向上するものと考えられる。

【0019】この理由は、線条グロー放電及び第2形グロー放電が、従来のグロー放電（第1形グロー放電）よ

り放電の陽光柱にエネルギーが集中的に供給されるため、紫外線の発光量が增大するためである（例えば、放電ハンドブック、電気学会、（株）オーム社、平成1年6月1日、第2部、第5章P138にこのことが示されている）。

【0020】特に表面をピラミッド状の微細な凹凸構造（テクスチャー構造）を設けることによって、ピラミッドの先端に強電界がかかりやすくなり、したがってここから2次電子が放出されやすい状態となるため、放電が均一なグロー放電（第1形グロー）から、線条グローあるいは、第2形グローがより発生しやすくなる。又、ガス圧を従来より上げることおよび拡散係数のちいさいガスであるNe、Ar、Kr、Xeを用いることによって放電の広がりを押え線条グローあるいは、第2形グローが発生しやすくなる。

【0021】一般にこの線条グロー放電を利用しているXe放電ランプの効率が5lm/w～20lm/wの高効率になっていることから、この放電形態を利用している本発明のPDPにおいても高効率が計れる（例えば、電子情報通信学会 技術報告EID95-126 1996年2月）。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

#### 【0023】【実施の形態1】

（PDPの全体的な構成及び製法）図1は、本発明の形態に係る対向交流放電型PDPの概略断面図である。図1ではセルが1つだけ示されているが、赤、緑、青の各色を発光するセルが多数配列されてPDPが構成されている。

【0024】このPDPは、前面ガラス基板11上に放電電極（X電極）12と誘電体ガラス層13が配された前面パネルと、背面ガラス基板15上に放電電極（Y電極）16、隔壁17、蛍光体層18が配された背面パネルとを張り合わせ、前面パネルと背面パネルの間に形成される放電空間19内に放電ガスが封入された構成となっており、以下に示すように作製される。

【0025】前面パネルの作製：前面パネルは、前面ガラス基板11上に放電電極（X電極）12を形成し、その上を鉛系の誘電体ガラス層13で覆い、更に誘電体ガラス層13の表面上にピラミッド状の微細な凹凸構造の保護層14を形成することによって作製する。

【0026】本実施の形態では、放電電極（X電極）12は銀電極であって、銀電極用のペーストをスクリーン印刷した後に焼成する方法で形成する。また、鉛系の誘電体ガラス層13の組成は、酸化鉛[PbO]70重量%、酸化硼素[B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>]15重量%、酸化珪素[SiO<sub>2</sub>]15重量%であって、スクリーン印刷法と焼成によって形成する。

【0027】保護層14は、アルカリ土類の酸化物から

なり、結晶が（100）面あるいは（110）面に配向され、その表面がピラミッド状の微細な凹凸を有する膜構造となっている。本実施の形態では、CVD法（熱CVD法、プラズマCVD法）を用いて、このような（100）面あるいは（110）面配向の酸化マグネシウムからなる緻密な保護層を形成し、次にこの面をプラズマエッチングでピラミッド状の凹凸を付ける。具体的なCVD法による保護層およびプラズマエッチングでピラミッド状の凹凸をつける方法については後述する。

10 【0028】背面パネルの作製：背面ガラス基板15上に、銀電極用のペーストをスクリーン印刷し、その後焼成する方法によって放電電極（Y電極）16を形成し、次に前面パネルと同様にして、誘電体ガラス層13およびMgO保護層14を形成する。次にガラス製の隔壁17を所定のピッチで固着する。そして、隔壁17に挟まれた各空間内に、赤色蛍光体、緑色蛍光体、青色蛍光体の中の1つを配設することによって蛍光体層18を形成する。各色の蛍光体としては、一般的にPDPに用いられている蛍光体を用いることができるが、ここでは次の蛍光体を用いる。

#### 【0029】

赤色蛍光体：(Y<sub>x</sub>Gd<sub>1-x</sub>)BO<sub>3</sub>:Eu<sup>3+</sup>

緑色蛍光体：BaAl<sub>12</sub>O<sub>19</sub>:Mn

青色蛍光体：BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu<sup>2+</sup>

30 パネル張り合わせによるPDPの作製：次に、このように作製した前面パネルと背面パネルとを封着用ガラスを用いて張り合せると共に、隔壁17で仕切られた放電空間19内を高真空（8×10<sup>-7</sup>Torr）に排気した後、所定の組成の放電ガスを所定の圧力で封入することによってPDPを作製する。

【0030】なお、本実施の形態では、PDPのセルサイズは、40インチクラスのハイビジョンテレビに適合するよう、セルピッチを0.2mm以下、放電電極12の電極間距離dを0.1mm以下に設定する。

【0031】封入する放電ガスの組成は、従来から用いられているNe-Xe系であるが、Xeの含有量を5体積%以上に設定し、封入圧力は500～2000Torrの範囲に設定する。

40 【0032】（CVD法による保護層の形成について）図2は、保護層14を形成する際に用いるCVD装置の概略図である。

【0033】このCVD装置は、熱CVD及びプラズマCVDのいずれも行うことができるものであって、CVD装置本体25の中には、ガラス基板27（図1における放電電極12及び誘電体ガラス層13を形成した前面ガラス基板11）を加熱するヒータ部26が設けられ、CVD装置本体25内は排気装置29で減圧にすることができるようになっている。また、CVD装置本体25の中にプラズマを発生させるための高周波電源28が設置されている。

【0034】Arガスポンベ21a、21bは、キャリアであるアルゴン[Ar]ガスを、気化器(バブラー)22、23を経由してCVD装置本体25に供給するものである。

【0035】気化器22は、アルカリ土類の酸化物の原料(ソース)となる金属キレートを加熱して貯え、Arガスポンベ21aからArガスを吹き込むことによって、この金属キレートを蒸発させてCVD装置本体25に送り込むことができるようになっている。

【0036】気化器23は、アルカリ土類の酸化物の原料(ソース)となるシクロペンタジエニル化合物を加熱して貯え、Arガスポンベ21bからArガスを吹き込むことによって、このシクロペンタジエニル化合物を蒸発させてCVD装置本体25に送り込むことができるようになっている。

【0037】酸素ポンベ24は、反応ガスである酸素[O<sub>2</sub>]をCVD装置本体25に供給するものである。

【0038】(1)このCVD装置を用いて熱CVDを行う場合、ヒータ部26の上に、誘電体ガラス層を上にしてガラス基板27を置き、所定の温度(350~400℃、表1の「ガラス基板の加熱温度」参照)に加熱すると共に、反応容器内を排気装置29で減圧にする(数十Torr程度)。

【0039】そして、気化器22または気化器23で、ソースとなるアルカリ土類の金属キレートまたはシクロペンタジエニル化合物を、所定の温度(表1の「気化器の温度」参照)に加熱しながら、Arガスポンベ21aまたは21bからArガスを送り込む。また、これと同時に、酸素ポンベ24から酸素を流す。

【0040】これによって、CVD装置本体25内に送り込まれる金属キレートもしくはシクロペンタジエニル化合物が、酸素と反応し、ガラス基板27の誘電体ガラス層の表面上に、アルカリ土類の酸化物からなる保護層が形成される。

【0041】(2)上記構成のCVD装置を用いて、プラズマCVDを行う場合も、熱CVDの場合とほぼ同様に行うが、ヒータ部26によるガラス基板27の加熱温度は250~300℃程度(表1の「ガラス基板の加熱温度」参照)に設定し、排気装置29を用いて反応容器内を10Torr程度に減圧し、高周波電源28を駆動して13.56MHzの高周波電界を印加することにより、CVD装置本体25内にプラズマを発生させながら、アルカリ土類の酸化物からなる保護層を形成する。

【0042】ところで、従来、保護層の形成に熱CVD法やプラズマCVD法が用いられなかった理由の一つとして適当なソースが見つからなかった点が考えられるが、本発明者等は、以下に示すようなソースを用いることによって熱CVD法あるいはプラズマCVD法を用いて保護層を形成することを可能とした。

【0043】気化器22および23から供給するソース

(金属キレートおよびシクロペンタジエニル化合物)の具体例としては、アルカリ土類のジビバロイルメタン化合物[M(C<sub>11</sub>H<sub>19</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]、アルカリ土類のアセチルアセトン化合物[M(C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]、アルカリ土類のトリフルオロアセチルアセトン化合物[M(C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>F<sub>3</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]、アルカリ土類のシクロペンタジエニル化合物[M(C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>]を挙げることができる(上記化学式で、Mはアルカリ土類の元素を表す)。

【0044】なお、本実施の形態では、アルカリ土類はマグネシウムであって、MagnesiumDipivaloyl Methane[Mg(C<sub>11</sub>H<sub>19</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]、Magnesium Acetylacetone[Mg(C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]、Cyclopentadienyl Magnesium[Mg(C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>]、Magnesium Trifluoroacetylacetone[Mg(C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>F<sub>3</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]をソースとして用いる。

【0045】そして、このように熱CVD法域はプラズマCVD法によって保護層を形成すれば、アルカリ土類の酸化物の結晶が緩やかに成長するようコントロールされ、(100)あるいは(110)面配向の緻密なアルカリ土類の酸化物からなる保護層を形成することができる。

【0046】ここで(100)面あるいは、(110)面のコントロールは、反応ガスである酸素の流量をコントロールすることによって変えることができる。

【0047】(プラズマエッチング法によるMgO表面のピラミッド状の凹凸構造形成について)図6は、MgOをプラズマエッチングによってピラミッド状の微細な凹凸構造にする際に用いるプラズマエッチング装置の概略図である。

【0048】プラズマエッチング装置本体62の中には、保護層(MgO)が成膜された基板63(図1におけるMgO保護層を付けた前面ガラス基板)があり、プラズマエッチング装置本体62内には、排気装置66で減圧にすることが出来るようになっている。又、プラズマエッチング装置本体62の中にプラズマを発生させるための高周波電源64が設置されている。

【0049】Arガスポンベ61は、プラズマを発生させるためのガスである。また、保護層をArイオンでエッチングするために必要なバイアス電源65が設置されている。

【0050】(1)このプラズマエッチング装置を用いて、保護層(MgO)をエッチングし、ピラミッド状の微細な凹凸を形成する場合、まず、反応容器内を排気装置66で減圧にする(0.001~0.1Torr)そしてArガスポンベからArガスを送り込む。

【0051】排気装置66を用いて反応容器内を0.005Torr程度に減圧し、高周波電源34を駆動して13.56MHzの高周波電界を印加し、アルゴンプラズマを発生させる。次に発生したアルゴンプラズマ中のArイオンをバイアス電源35を用いて、-200V基板63に印加し、10分間Arイオンを照射して、Mg

O表面をスパッタしてMgO表面上にピラミッド状の凹凸を付ける。

【0052】〔保護層を(100)あるいは(110)面配向のMgOでしかもその表面がピラミッド状の微細な凹凸構造としたことによる効果〕従来の真空蒸着法(EB法)によって形成した酸化マグネシウム(MgO)の保護層は、X線解析によると、結晶が(111)面配向となっているが、これと比べて、(100)あるいは(110)面配向でその表面がピラミッド状の微細な凹凸構造になっているMgOから成る保護層は、以下のような特徴及び効果がある。(100)あるいは(110)面に配向したMgOの層は二次電子の放出係数( $\gamma$ 値)が大きいため、PDPの駆動電圧の低下及びパネル輝度の向上に寄与する。

【0053】特にプラズマエッチング法を用いて、MgO表面をピラミッド状構造にした面は、ピラミッドの頂点に電界が集中し、そのためこの頂部からより多くの電子が電界放出されることにより線条グローおよび第2形グロー放電が発生しやすくなる。このようにプラズマ密度の高い線条グロー放電や、第2形グロー放電が形成されるため、この放電空間に、多量の紫外線(主に波長172nm)が発生し、従って、従来のグロー放電と比べて高い蛍光体の発光効率と輝度が得られる。

【0054】(放電ガス中のXe量及び封入圧力と効率輝度との関係について)放電ガスのXe含有量を5体積%以上、封入圧力を500~2000Torrに設定することによってパネル効率および輝度が向上する理由としては、次の2点が考えられる。

【0055】(1)紫外線発光量が増大する:放電ガスのXeの含有量を従来より大きく設定し、封入圧力も従来より大きく設定したことによって、放電空間内に閉じ込められるXeの量が従来より大きくなり、又、高ガス圧によって放電形態が第一形グローから、線条グローや第二形グローに移行し、その結果、紫外線発光量が大きくなる。

【0056】(2)紫外線の波長が長波長にシフトし、蛍光体の変換効率が向上する:従来は、放電ガス中のXeの含有率は5重量%以下、封入圧力も500Torr未満であったため、Xeからの紫外線発光は147nm(Xe原子の共鳴線)が主であったが、Xeの含有量を10体積%以上に設定し、封入圧力も500Torr以上に設定することによって、長波長である173nm(Xe分子の分子線による励起波長)の割合が増大し、これによって蛍光体の変換効率が向上する(電気学会研究会試料、プラズマ研究会 1995年5月9日参照)。

【0057】これは、以下の説明からも裏づけられることである。図3は、He-Xe系の放電ガスを用いたPDPにおいて、封入ガス圧を変化させたときに、Xeが発光する紫外線の波長と発光量との関係がどのように変

化するかを示すグラフであって、「オー プラス イー第195巻1996年第98頁」(O Plus E No. 195 1996年のP. 98)に記載されているものである。

【0058】図3から、封入圧力が低い場合には、Xeから発光される紫外線は147nm(Xe原子の共鳴線)が主であるが、封入圧力を高めるにつれて長波長の173nm(Xe原子の分子線)の割合が増大することがわかる。

【0059】また、図4(a)、(b)、(c)は、各色蛍光体について励起波長と相対放射効率との関係を示すグラフであって、「オー プラス イー第195巻1996年第99頁」(O Plus E No. 195 1996年のP. 99)に記載されているものである。この図4から、いずれの蛍光体についても、波長147nmと比べて波長173nmの方が相対放射効率が大きいことがわかる。

【0060】(放電ガスの封入圧力、放電電極間の距離dと、パネルの駆動電圧との関係についての考察)本実施の形態では、放電ガスにおけるXeの含有量及びガスの封入圧力を従来より高く設定しているが、一般的には、Xeの含有量やガスの封入圧力を高くすると放電開始電圧Vfが大きくなり、PDPの駆動電圧が大きくなる点で不都合と考えられている(「特開平6-342631号公報のコラム2の第8行~第16行」、「平成8年 電気学会全国大会シンポジウム S3-1 プラズマディスプレイ放電、平成8年3月」参照)。

【0061】しかしながら、このような関係は、ある条件の下では当てはまっても、常に当てはまるものではなく、以下に説明するように、本実施形態のように放電電極間の距離dが比較的小さく設定する場合には、封入圧力を高く設定しても駆動電圧を低く抑えることができる。

【0062】「電子ディスプレイデバイス、オーム社、昭和59年、P113~114」に記載されているように、PDPにおいて、放電開始電圧Vfは、Pとdとの積[P×d]の関数として表すことができ、パッシェンの法則と呼ばれている。

【0063】図5は、この関数をグラフに表したもので、PDPの放電電極間の距離dが大きい場合(d=0.1mm)と小さい場合(d=0.05mm)における、放電ガスの封入圧力Pに対する放電開始電圧Vfの関係を示している。

【0064】このグラフに示されるように、放電ガスの封入圧力Pに対する放電開始電圧Vfは、極小値を有する曲線である。

【0065】そして、この極小値を示す封入圧力Pは、dが小さいほど大きくなっており、d=0.1mmのグラフaでは約300Torrのときに極小値を示しているのに対して、d=0.05mmのグラフbでは約60



0 Torrのときに極小値を示している。

【0066】これより、PDPの駆動電圧の低く抑えるためには、放電電極間の距離dに対応する適当な封入圧力に設定することが好ましく、この適当な圧力は、距離dが小さいほど大きくなるのがわかる。

【0067】又、MgOが(100)あるいは(110)面配向でしかもMgOの表面にピラミッド状の凹凸を設けることによって、 $\gamma$ 値が高くなり、さらに放電電圧の低減が計れる。

【0068】そして、放電電極間の距離dを0.1mm以下(特に0.08~0.05mm程度)に設定する場合には、放電ガスの封入圧力を500~2000 Torr程度に設定しても、PDPの駆動電圧を低く抑えることができるということもできる。

【0069】以上のように、本実施の形態のPDPは、放電ガスのXe含有量が5体積%以上、封入圧力が500~2000 Torrに設定されているため、高いパネル輝度を得ることができると共に、放電電極間の距離dが0.1mm以下に設定されているため、PDPの駆動電圧を低く抑えることができる。更に、保護層が(100)あるいは(110)配向の緻密な酸化マグネシウムからなるため保護効果に優れ、パネル寿命が優れたものとなる。

【0070】〔実施の形態2〕本実施の形態のPDPは、全体的な構成及び製法については実施の形態1のPDPと同様であるが、放電ガスにArやKrが混合されたガス、即ちAr-Xe系、Kr-Xe系、Ar-Ne-Xe系、Kr-Ne-Xe系のガスを用いている点が異なっている。

【0071】このように、放電ガスに、ArやKrを混合することによって、線状グローや第二形グローが発生しやすくなり更にパネル輝度を向上させることができるが、これはXeの発光による紫外線中の173nmの割合が更に増大するためと考えられる。

【0072】ここで、Xeの含有量としては、70体積%を越えると駆動電圧が高くなる傾向を示すので、10~70体積%の範囲が好ましい。

【0073】また、Ar-Ne-Xe系、Kr-Ne-Xe系といった3元系の場合、KrやArの含有量は10~50体積%の範囲とし、Neの含有量も10~50重量%の範囲とすることが好ましいと考えられる。

【0074】また、本実施の形態における保護層の形成方法は、実施の形態1と同様に熱CVD法或はプラズマ

CVD法によって(100)あるいは(110)面配向の酸化マグネシウムの保護層を形成したのち、この表面をプラズマエッチングすることによりピラミッド状の凹凸を付ける方法を用いる。

【0075】放電ガスにおけるNeとXeの比率及び封入圧力は、表1の各該当欄に示す条件に設定した。

【0076】保護層の形成方法については、No. 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16では保護層を熱CVD法で形成し、No. 2, 4, 6, 13, 17~26では保護層をプラズマCVD法で形成した。

【0077】又、No. 1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16~26ではMagnesium Dipivaloyl Methane [ $\text{Mg}(\text{C}_{11}\text{H}_{19}\text{O}_2)_2$ ]を、No. 3, 4ではMagnesium Acetylacetone [ $\text{Mg}(\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2)_2$ ]を、No. 5, 6ではCyclopentadienyl Magnesium [ $\text{Mg}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ ]をソースとして用いた。

【0078】また、気化器22, 23の温度、ガラス基板27の加熱温度は、表1の各欄に示す条件に設定して作製した。

【0079】なお、熱CVD法で(100)面配向させる場合は、Arガスの流量は1 l/分、酸素の流量は2 l/分で、共に1分間流し、膜形成速度は1.0  $\mu\text{m}/\text{分}$ に調整し、酸化マグネシウムの保護層の厚さは1.0  $\mu\text{m}$ に設定した。又、(110)面配向させる場合は、酸素の流量を0.5 l/分とした。

【0080】プラズマCVD法で(100)面配向させる場合は、Arガスの流量は1 l/分、酸素の流量は2 l/分として共に1分間流し、高周波の印加も300Wで1分間行い、膜形成速度は0.9  $\mu\text{m}/\text{分}$ に調整し、形成する酸化マグネシウムの保護層の厚さは0.9  $\mu\text{m}$ に設定した。又(110)面配向させる場合は、酸素の流量を0.5 l/分とした。

【0081】このように形成したNo. 1~13の保護層をX線解析した結果、酸化マグネシウムの結晶が(100)あるいは(110)面に配向していることが確認された。又、MgO上に形成するピラミッド状の凹凸は実施の形態(1)に示した方法と同様にして行なった。

【0082】

【実施例】

【実施例1~13】

【0083】

【表1】

試料番号	保護層の形成方法	CVD原料	気化器の温度(℃)	ガラス基板の加熱温度(℃)	X線解析結果	MgO膜のプラズマエッチング	放電ガスの種類と比率( )内%	封入ガス圧(Torr)	放電電極間距離(mm)	放電の形態	パネルの効率 $\eta$ (lm/W)	パネルの輝度(cd/m <sup>2</sup> )
1	熱CVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125	350	(100)面配向	あり	Ne(90)-Xe(10)	500	0.08	線条グロ-	2.5	490
2	プラズマCVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125	250	(110)面配向	あり	Ne(80)-Xe(20)	600	0.08	線条グロ-	2.8	500
3	熱CVD法	Mg(C <sub>5</sub> H <sub>7</sub> O) <sub>2</sub>	185	400	(100)面配向	あり	Ne(50)-Xe(50)	650	0.08	線条グロ-	3.4	510
4	プラズマCVD法	Mg(C <sub>5</sub> H <sub>7</sub> O) <sub>2</sub>	185	300	(110)面配向	あり	Ne(10)-Xe(90)	700	0.05	線条グロ-	3.5	520
5	熱CVD法	Mg(C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub>	80	350	(110)面配向	あり	Ne(1)-Xe(99)	650	0.05	線条グロ-	4.0	530
6	プラズマCVD法	Mg(C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub>	80	250	(110)面配向	あり	Ne(30)-Xe(70)	760	0.05	線条グロ-	4.4	550
7	熱CVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125	350	(110)面配向	あり	Ne(95)-Xe(5)	2000	0.05	第2形グロ-	5.6	580
8	熱CVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125		(110)面配向	あり	Ne(80)-Xe(20)	800	0.05	第2形グロ-	4.8	570
9	熱CVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125		(110)面配向	あり	Ne(95)-Xe(5)	1500	0.05	第2形グロ-	5.0	590
10	熱CVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125		(100)面配向	なし	Ne(95)-Xe(5)	700	0.08	線条グロ-	2.0	450
11	熱CVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125		(110)面配向	なし	Ne(90)-Xe(10)	800	0.08	線条グロ-	2.1	452
12	熱CVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125		(110)面配向	なし	Ne(90)-Xe(10)	1000	0.05	第2形グロ-	2.2	455
13	プラズマCVD法	Mg(C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub>	80	250	(100)面配向	なし	Ne(90)-Xe(10)	1500	0.05	第2形グロ-	2.5	480
14 <sup>*</sup>	プラズマCVD法	Mg(C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub>	80		(100)面配向	なし	Ne(98)-Xe(2)	300	0.05	第1形グロ-	1.0	208
15 <sup>*</sup>	真空蒸着法によるMgO膜				(111)面配向	なし	Ne(90)-Xe(10)	300	0.05	第1形グロ-	0.9	205

\* 試料番号14, 15は比較例

【0084】(表1)に示したNo. 1~13のPDPは、上記実施の形態1および2に基づいて作製したものであって、PDPのセルサイズは、42インチのハイビジョンテレビ用のディスプレイに合わせて、隔壁17の高さは0.08mm、隔壁17の間隔(セルピッチ)は0.15mmに設定し、放電電極12の電極間距離dは0.05~0.08mmに設定した。

【0085】鉛系の誘電体ガラス層13は、70重量%の酸化鉛[PbO]と15重量%の酸化硼素[B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>]\*30

\*と15重量%の酸化珪素[SiO<sub>2</sub>]と有機バインダー[ $\alpha$ -ターピネオールに10%のエチルセルローズを溶解したもの]とを混合してなる組成物を、スクリーン印刷法で塗布した後、520℃で10分間焼成することによって形成し、その膜厚は20 $\mu$ mに設定した。

【0086】[実施例16~26]

【0087】

【表2】

試料番号	保護層の形成方法	CVD原料	気化器の温度(℃)	ガラス基板の加熱温度(℃)	X線解析結果	MgO膜のプラズマエッチング	放電ガスの種類と比率( )内%	封入ガス圧(Torr)	放電電極間距離(mm)	放電の形態	パネルの効率 $\eta$ (lm/W)	パネルの輝度(cd/m <sup>2</sup> )
16	熱CVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125	350	(100)面配向	あり	Ar(90)-Xe(10)	500	0.08	線条グロ-	3.0	505
17	プラズマCVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125	250	(100)面配向	あり	Ar(50)-Xe(50)	600	0.05	線条グロ-	3.1	508
18	プラズマCVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125	250	(100)面配向	あり	Ar(30)-Xe(70)	760	0.05	第2形グロ-	4.5	560
19	プラズマCVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125	250	(100)面配向	あり	Kr(90)-Xe(10)	760	0.05	第2形グロ-	4.3	548
20	プラズマCVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125	250	(100)面配向	あり	Kr(50)-Xe(50)	760	0.05	第2形グロ-	4.2	545
21	プラズマCVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125	250	(100)面配向	あり	Ar(40)-Ne(50)-Xe(10)	1000	0.05	第2形グロ-	5.2	565
22	プラズマCVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125	250	(100)面配向	あり	Ar(50)-Ne(10)-Xe(40)	1500	0.05	第2形グロ-	5.8	600
23	プラズマCVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125	250	(100)面配向	あり	Ar(10)-Ne(20)-Xe(70)	600	0.08	線条グロ-	4.0	530
24	プラズマCVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125	250	(100)面配向	あり	Kr(40)-Ne(50)-Xe(10)	600	0.08	線条グロ-	3.8	540
25	プラズマCVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125	250	(100)面配向	あり	Kr(50)-Ne(10)-Xe(40)	600	0.08	線条グロ-	3.5	520
26	プラズマCVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	125	250	(100)面配向	あり	Kr(10)-Ne(20)-Xe(70)	600	0.08	線条グロ-	3.0	505

【0088】(表2)に示すNo. 16~26のPDPは、実施の形態1あるいは2に基づいて作製したものであって、放電ガスは「放電ガスの種類と比率」の欄に記

載されている組成のものを、「封入ガス圧力」の欄に記載されている封入圧力に設置した。

【0089】保護膜の形成については、No. 16では

熱CVD法、No. 17～26ではプラズマCVD法によって、マグネシウムジピバロイルメタン  $[Mg(C_{11}H_{19}O_2)_2]$  をソースとして用い、実施の形態1と同様の方法で形成した。

【0090】又、MgO膜のピラミッド状エッチングは実施の形態1と同様の方法で形成した。

【0091】(比較例)表1に示すNo.14、15のPDPもNo.1～13のPDPと同様に作製したものであるが、保護層の形成方法および、保護層のエッチング方法および全ガス圧が異っており、No.14ではプラズマCVD法でXeの量が2体積%でパネルの全圧力が300 Torr、No.15は真空蒸着法によるMgO膜でXeの量が10体積%でパネルの全圧力が300 Torrである。

【0092】これらの保護層についてX線解析を行なった結果、No.15では保護層の酸化マグネシウムが(111)面に配向していることが確認された。また、No.14では保護層の酸化マグネシウムが(100)面に配向していることが確認されたが、又、試料No.14、15はMgO膜のエッチングは行なっていない。

【0093】No.14、15は全ガス圧が300 Torrと低く、MgO膜のエッチングも行なっておらずそのため放電形態が第1形グローとなっているため、効率、輝度共に低くなっている。

【0094】(実験の部)

(実験1) パネルの輝度および効率の測定

実験方法: No. 1～26のPDPについては、放電維持電圧180V、周波数30KHzで駆動させた時のパネルの輝度、効率を測定した。

【0095】なお効率の測定は、駆動回路からパネルに印加される放電維持電圧 $V_m$ 、その時流れる放電電流 $I$ を測定し、次に輝度 $L$ を輝度計で測定し、(その時の輝度の測定面積を $S$ とする)式(数1)より、効率 $\eta$ を求める。

【0096】

【数1】

$$\eta = \frac{\pi \cdot S \cdot L}{V_m \cdot I} \quad \dots \dots (1)$$

【0097】結果と考察: (表1)、(表2)に示されるように、No.1～9、16～26のパネルは、(100)面あるいは、(110)面配向のMgO膜で、ガス圧が500 Torr以上、Xeの量が5体積%以上でしかもMgO膜がエッチングによってピラミッド状の凹凸を有しているために線条グローや第2形グローの発達が良く特に高効率・高輝度となっていることがわかる。

又、No.10～13のパネルは、MgO膜のエッチングは行なっていないが、Xeの量が5%以上でガス圧が700 Torr以上と高いため、線条グローや第2形グローが発生しており比較例14、15より高い効率と輝度になっていることがわかる。

【0098】なお、No.14の比較例のパネルは、効率、輝度が低いのはNo.14パネルはCVD法のMgOで(100)面配向しているが、MgO膜のプラズマエッチングを行なっていないためXeの量が2%と低いため、第1形グロー放電がおり、輝度と効率が向上しないものと思われる。

【0099】又、No.15のパネルはMgOの膜が真空蒸着法によって作成された膜で、(111)面配向であるためXeの量を10%にしてもMgO膜のプラズマエッチングのありなしにかかわらず、二次電子の放出量が少ないため、第1形グロー放電がおり、輝度と効率が向上しないものと思われる。

【0100】又、上記実施の形態のPDPでは、隔壁17を背面ガラス基板15上に固着して背面パネルを構成する対向電極型のPDPの例を示したが、本発明は、これに限定されることなく、例えば隔壁が前面パネル側に取り付けられたもの等にも適用でき、一般的なAC型のPDPに対して適用することができる。

【0101】尚、上記各プラズマディスプレイパネルに必要な駆動手段を備え、画像を表示する表示装置として構成してもよいことは言うまでもない。

【0102】

【発明の効果】以上のように本発明のPDPは、放電ガス中のXeの含有量を従来より大きい5体積%以上、70体積%未満の範囲に設定すると共に放電ガスの圧力を従来よりも高い500 Torr～2000 Torrの範囲に設定すること、およびCVD法で作成したMgO保護層の表面をプラズマエッチングすることによって、ピラミッド状の凹凸を設けているために、従来の第1形グロー放電ではなく、線条グロー放電あるいは第2形グロー放電が発生しているため、従来のPDPと比べて高いパネルの効率と輝度を得ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る交流面放電型PDPの概略断面図

【図2】保護層14を形成する際に用いるCVD装置の概略図

【図3】He-Xe系の放電ガスを用いたPDPにおいて、封入ガス圧を変化させたときの、Xeが発光する紫外線の波長と発光量との関係を示す特性図

【図4】(a)～(c)各色蛍光体について励起波長と相対放射効率との関係を示す特性図

【図5】PDPの放電電極間の距離 $d$ が大きい場合と小さい場合における、放電ガスの封入圧力 $P$ に対する放電開始電圧 $V_f$ の関係を示す特性図

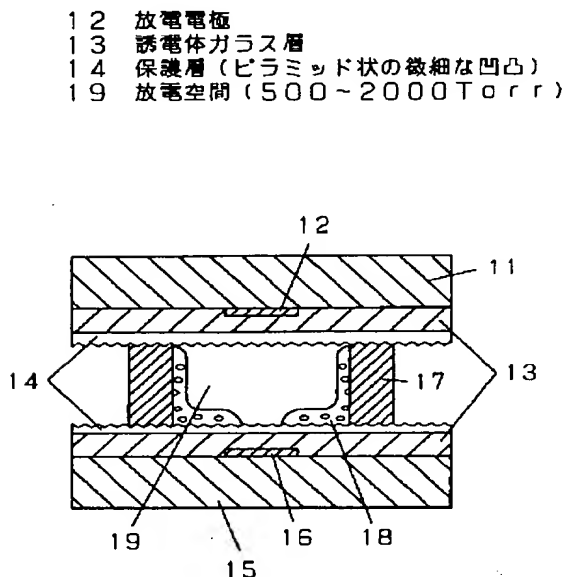
【図6】実施の形態12のPDPにおいて、保護層をエッチングする際に用いるプラズマエッチング装置の概略図

【図7】従来の一般的な交流面放電型PDPの概略断面

## 【符号の説明】

- 11 前面ガラス基板  
 12 放電電極 (X電極)  
 13 誘電体ガラス層  
 14 保護層  
 15 背面ガラス基板  
 16 放電電極 (Y電極)  
 17 隔壁  
 18 蛍光体層  
 19 放電空間  
 21 アルゴンガスボンベ  
 22 アルカリ土類の金属キレートの気化器 (バブラー)  
 23 アルカリ土類のシンクロンペンタジェニル化合物

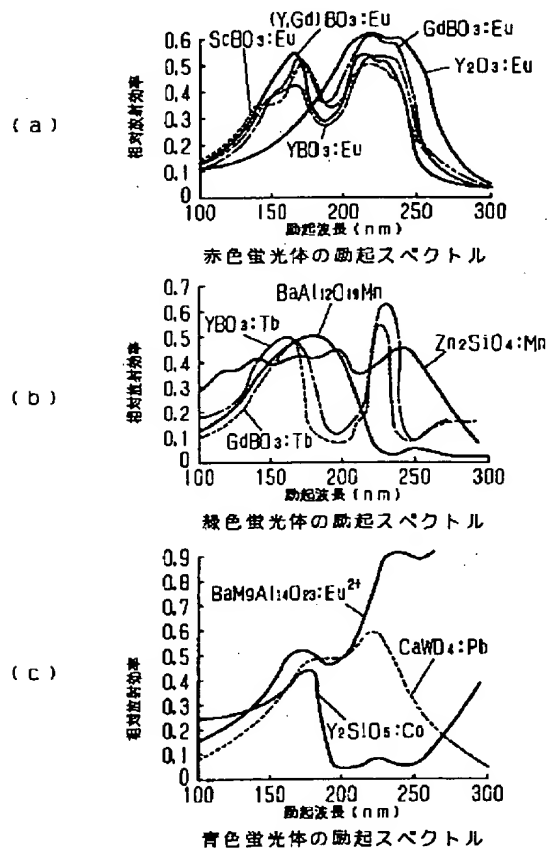
【図1】



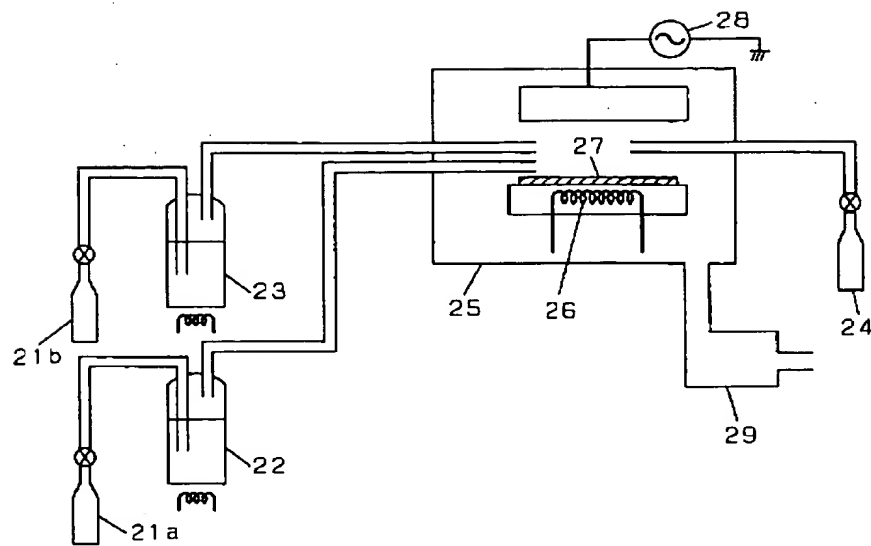
## の気化器

- 24 酸素ガスボンベ  
 25 CVD装置  
 26 基板加熱ヒータ  
 27 誘電体ガラス層が形成されたガラス基板  
 28 プラズマを発生させるための高周波電源  
 29 排気装置  
 61 アルゴンガスボンベ  
 62 プラズマエッチング装置本体  
 63 MgOが成膜された基板  
 64 高周波電源  
 65 バイアス電源  
 66 排気装置

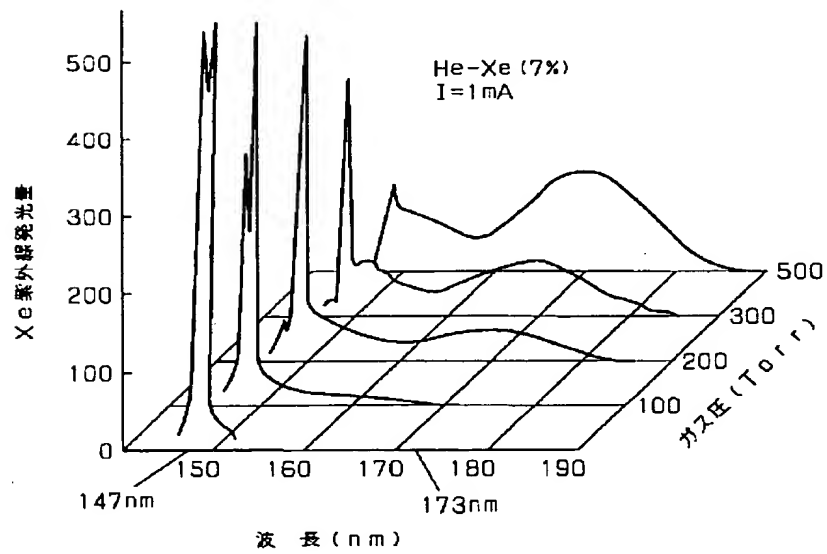
【図4】



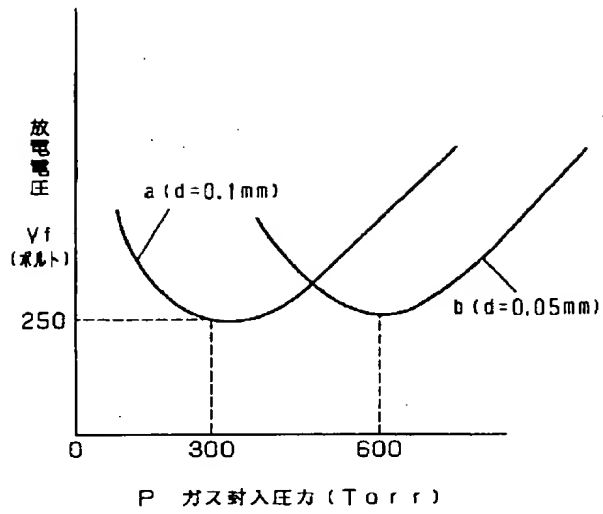
【図2】



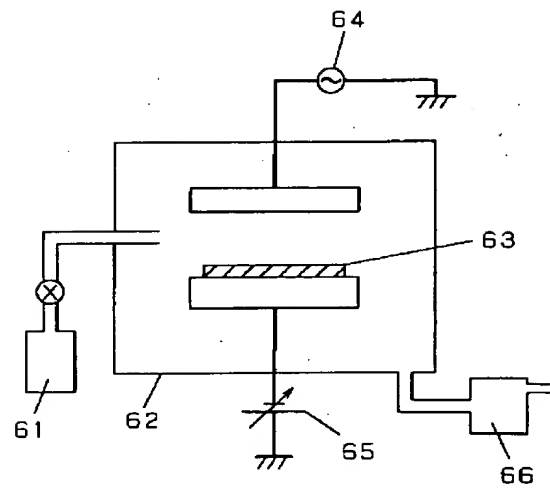
【図3】



【図5】



【図6】



【図7】

74 (111) 面配向のMgO

